



depositphotos.com

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ КОТТЕДЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО АКТУАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

Р. Н. Липский, канд. техн. наук, главный конструктор систем учета АО «Электротехнические заводы «Энергомера»

Технологии интеллектуального учета электрической энергии в Российской Федерации получили импульс развития с вступлением в силу федерального закона № 522-ФЗ¹. Интеллектуальные системы учета электроэнергии (ИСУЭ) позволяют снизить коммерческие потери за счет предотвращения несанкционированного воздействия на приборы учета электрической энергии. Каналы связи ИСУЭ совершенствуются с каждым годом в связи со стремительным развитием информационно-коммуникационных технологий. Одним из сдерживающих факторов развития каналов связи в ряде случаев является устаревшая нормативно-правовая база.

Рассмотрим возможность актуализации стандартов РФ, связанных с каналом связи для передачи данных по линиям электропередач PLC (power line communication), обосновав целесообразность использования диапазона FCC для передачи данных с интеллектуальных приборов учета электроэнергии (ПУ) по ВЛ 0,4 кВ (PLC) в условиях частного сектора застройки домов.

Регулирующие документы в области электрической связи

В России действующими нормативными документами для устройств передачи данных по силовой сети являются (см. Справку):

1. В области нормирования полос частот и уровней сигнала:

ГОСТ 30804.3.8–2002;
ГОСТ EN 50065-1–2013.

2. В области помехоустойчивости:

ГОСТ EN 50065-2-3–2014;
ГОСТ EN 50561-1–2022;
ГОСТ Р 54485–2011;
ГОСТ EN 50065-2-2–2014.

3. В области безопасности:

ГОСТ EN 50065-4-7–2018;
ГОСТ EN 50065-4-2–2018.

В вышеуказанных нормативных документах не устанавливаются виды модуляции сигналов, методы кодирования и функциональные характеристики оборудования, что допускает использование любых технологий связи, включая G3-PLC, RRIME.

При рассмотрении стандартизации в области связи по PLC необходимо принимать во внимание следующие аспекты:

¹ Федеральный закон от 27 декабря 2018 года № 522-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации».

1. Электромагнитная совместимость устройств.

Стандартами нормируются требования к помехоустойчивости самого оборудования PLC, требования к помехоэмиссии данного оборудования.

2. Безопасность.

Нормируются требования безопасности для оборудования конкретных типов, а также регламентируются меры по обеспечению безопасности самих коммуникаций в электрических сетях.

3. Кооперативная совместимость (интероперабельность).

Приводятся требования к совместимости различных устройств, работающих в одной сети и использующих общий частотный диапазон. При этом одной из задач является обеспечение совместимости устройств различных производителей.

Структура взаимодействия международных организаций в области стандартизации электрической связи приведена на рис. 1, а международная классификация частотных диапазонов для PLC-связи – в табл. 1. Возможность использования в США частот до 500 кГц связана с отсутствием в США радиовещания на длинных волнах. Частотные диапазоны согласно действующим российским и межгосударственным стандартам приведены в табл. 2.

Оценка нормирования помехоустойчивости

Анализ нормированных полос частот указывает на наличие нормирования помехоэмиссии в полосе 148,5...500 кГц (ГОСТ 30804.3.8–2002), используемой в системах передачи PLC в диапазоне FCC (154,6875...487,5 кГц). При этом не оговаривается применение в данной полосе оборудования классов 116 и 132.

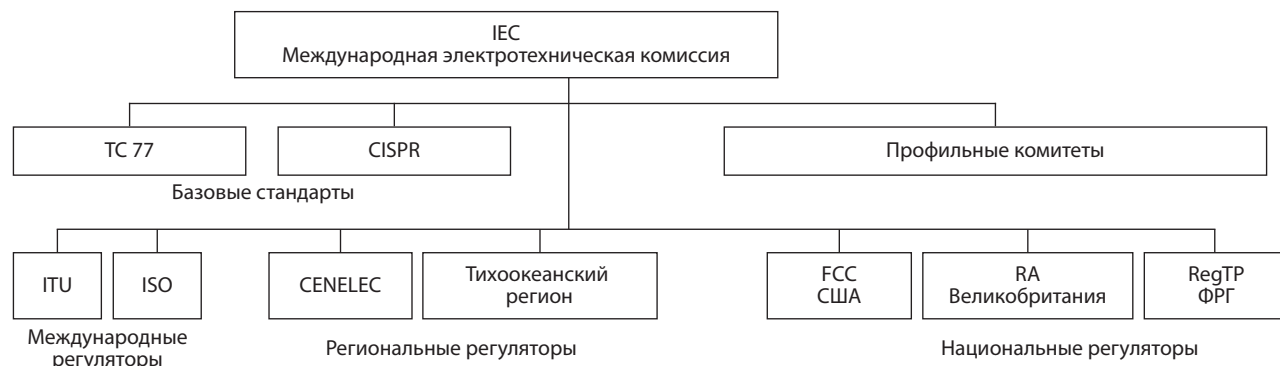
Таблица 1 Международная классификация частотных диапазонов для PLC-связи

Регулятор	Регион применения	Диапазон частот, кГц	Обозначение диапазона
CENELEC	Европейский регион	3...95	CENELEC-A
		95...125	CENELEC-B
		125...140	CENELEC-C
		140...148,5	CENELEC-D
ARIB	Япония	10...450	–
EPRI	Китай	3...90, 3...500	–
FCC	США	10...490	FCC

Поставщики решений систем передачи по PLC, например для стандарта G3-PLC, интегрируют возможность работы как в диапазоне CENELEC-A, так и в диапазоне FCC. Стандартом является включение в состав устройств аппаратного узла с дискретным управлением, адаптирующим цепи согласования с силовой сетью (цепи коплинга) для частот диапазона FCC.

На частотах ниже 150 кГц регуляторы не нормируют уровни помех от оборудования, в частности от импульсных источников питания, инверторов и других подобных устройств, генерирующих достаточно высокий уровень помех. Практически это означает наличие более высоких уровней шумов и плохо предсказуемых помех на частотах ниже 150 кГц, то есть в диапазоне CENELEC-A.

Диапазон FCC попадает в область регулирования и может рассматриваться как диапазон с контролируемой электромагнитной обстановкой.



IEC (International Electrotechnical Commission) – Международная электротехническая комиссия (МЭК);

TC 77 – технический комитет ISO по ЭМС;

ITU (International Telecommunication Union) – Международный союз электросвязи;

CISPR (International Special Committee on Radio Interference) – Международный специальный комитет по радиопомехам;

FCC (Federal Communications Commission) – Федеральная комиссия по связи – независимое учреждение США, созданное в 1934 году и отвечающее за регулирование коммуникаций по проводным, спутниковым и кабельным каналам;

RA (Regulatory Article) – нормативные рамочные документы;

CENELEC (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique) – Европейский комитет по электротехнической стандартизации – некоммерческая техническая организация, созданная в 1973 году в соответствии с бельгийским законодательством;

RegTP (Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen) – Федеральное сетевое агентство по электричеству, газу, телекоммуникациям, почте и железным дорогам

Рис. 1. Структура взаимодействия международных организаций в области стандартизации электрической связи

Таблица 2 Частотные диапазоны согласно действующим российским и межгосударственным стандартам

Стандарт	Диапазон частот, кГц	Примечание
ГОСТ 30804.3.8–2002	3...9*	Для использования энергоснабжающими организациями. По согласованию с энергоснабжающей организацией, частоты в этой полосе могут использоваться потребителями электрической энергии для передачи сигналов в сетях потребителей
	9...95*	Для использования энергоснабжающими организациями и органами энергонадзора
	95...148,5*	Для использования потребителями электрической энергии
	148,5...500	Для использования потребителями электрической энергии
ГОСТ EN 50065-1–2013	3...95	Для целей мониторинга, контроля низковольтной распределительной сети, передачи измерительной информации
	95...148,5**	Только для аналогового или цифрового оборудования в жилых домах, коммерческих или промышленных зонах, контроля и мониторинга оборудования, установленного или подключенного за пределами здания, например для управления уличным освещением
ГОСТ Р 54485–2011	95...148,5	Требования помехоустойчивости оборудования для зон с малым энергопотреблением
ГОСТ EN 50065-2-2–2014	3...148,5	Требования помехоустойчивости оборудования для промышленных зон
ГОСТ EN 50065-4-7–2018	3...148,5; 1 600...30 000	Требования безопасности к переносным низковольтным развязывающим фильтрам
ГОСТ EN 50065-4-2–2018	3...148,5; 1 600...30 000	Требования безопасности к низковольтным развязывающим фильтрам

* Нормируются уровни эмиссии от передатчиков PLC.

** В полосе частот 125...140 кГц требуется применение протокола доступа к среде передачи.

Диапазон FCC имеет большой частотный ресурс – примерно 350 кГц против 56 кГц – полосы в диапазоне CENELEC-A для систем, работающих в стандарте G3-PLC.

ГОСТы нормируют уровни помехоустойчивости и требования безопасности для устройств, работающих в частотных диапазонах 3...148,5 кГц, 1 600...30 000 кГц. При этом в части нормирования помехоустойчивости проведено четкое разделение устройств, работающих в промышленных зонах (ГОСТ EN 50065-2-2–2014, межгосударственный стандарт) и в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением (ГОСТ Р 54485–2011, национальный стандарт).

Обеспечение устойчивого обмена информацией

Современные технологии PLC используют топологию ячеистой mesh-сети, что позволяет обходить зашумленные участки или недоступные приборы учета в процессе сбора данных и динамически перестраивать маршруты в mesh-сети. Но это негативно отражается на скорости обмена информацией и может стать причиной задержки сбора данных. Mesh-сети связи работают эффективнее и стабильнее при достаточно плотной установке узлов, чтобы была возможность выстраивания многочисленных вариантов маршрутов. Так, устойчивая связь будет между двумя соседними узлами в диапазоне CEA до 300–450 м, а в диапазоне FCC – до 250–400 м при равных соотношениях сигнал/шум (рис. 2).

Затухание сигнала между абонентами, подключенными к одной фазе, составляет от 0,125 до 0,35 дБ/м. Межфазное затухание составляет 5–7 дБ (на трехфазном автомате ввода). На затухание сигнала PLC влияет качество монтажа линии, по которой передается сигнал, полное сопротивление линии, а также величина нагрузок электроприемников, которые влияют на входной импеданс линии по отношению к сигналу PLC. Импеданс в линии в сетях частного сектора может меняться от 2 до 20 Ом.

Эксплуатация систем PLC показала, что наибольшие шумы в электрической линии от

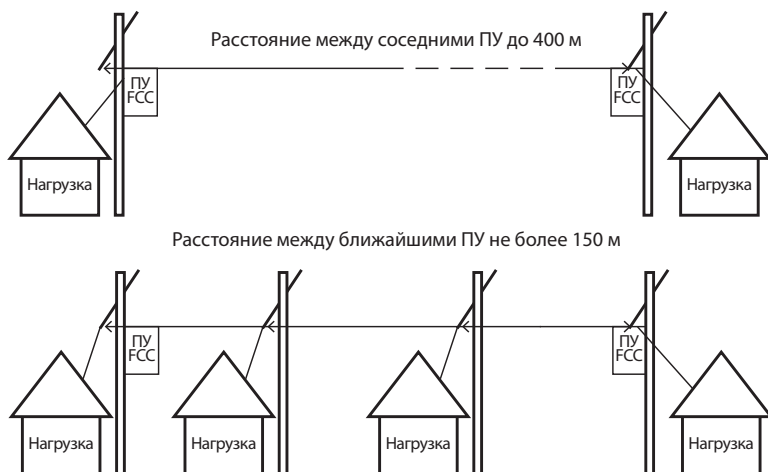


Рис. 2. Модель электрической сети частного сектора с передачей данных по каналу PLC

бытовых приборов возникают на частотах от 10 до 100 кГц, поэтому технология PLC, работающая в диапазоне FCC (150–500 кГц), демонстрирует более надежную и устойчивую связь по сравнению с диапазоном CENELEC-A (35–95 кГц) за счет более широкого диапазона рабочих частот с меньшими уровнями помех.

Не рекомендуется применять связь по PLC в сетях, где уровень помех на частотах диапазона PLC превышает 110 дБмкВ, а сами помехи занимают более 50 % в диапазоне CENELEC-A или FCC. Применение PLC в таких условиях допустимо при нахождении источника помехи и его изолировании путем установки в сеть помехоподавляющего фильтра по пути следования помехи. Применение диапазона FCC менее подвержено помехам, так как большая часть помех находится в диапазоне CENELEC-A, и поэтому более предпочтительно и рекомендуется.

Предложения по внесению изменений в нормативные документы

Для использования диапазона FCC в России необходимо провести актуализацию ГОСТ 30804.3.8–2002, регламентирующего использование частотных диапазонов для систем PLC. При этом изменение требований в части кондуктивных и излучаемых помех вне полосы диапазона FCC не предполагается. Предлагается внести в ГОСТ 30804.3.8–2002 следующие изменения:

- подраздел 5.3 «Полоса частот выше 95 кГц» изложить в следующей редакции: **«Использование частот в данной полосе осуществляется потребителями электрической энергии. Однако частоты в полосе от 148,5 кГц до 500 кГц могут использоваться энергоснабжающими организациями для передачи сигналов при условии, что оборудование удовлетворяет требованиям п. 6.1.4. При совместном использовании указанного диапазона должен использоваться протокол множественного (коллективного) доступа с контролем несущей (CSMA) согласно раздела 5 ГОСТ EN 50065-1»;**

- пункт 6.1.4 «Полоса частот от 148,5 до 500 кГц» изложить в следующей редакции: **«Уровень выходного сигнала, измеренный в соответствии с п. 6.2.2, должен ограничиваться значением 116 дБ (мкВ). Оборудование, которое удовлетворяет этой норме на выходной уровень, должно обозначаться как “оборудование класса 116”».**

В части нормирования помехоустойчивости устройств, работающих в диапазоне FCC, предлагается распространить действие ГОСТ EN 50065-2-2–2014 и ГОСТ Р 54485–2011 также на диапазон FCC (148,5...500 кГц). ◆

ЭНЕРГОМЕРА

АО «Электротехнические заводы «Энергомера»
Ставрополь
Горячая линия: 8 (800) 200-75-27
E-mail: concern@energomera.ru
www.energomera.ru

СПРАВКА

Межгосударственные и национальные стандарты, регулирующие в России функционирование устройств передачи данных по силовой сети:

ГОСТ 30804.3.8–2002 (МЭК 61000-3-8:1997). Межгосударственный стандарт. Совместимость технических средств электромагнитная. Передача сигналов по низковольтным электрическим сетям. Уровни сигналов, полосы частот и нормы электромагнитных помех;

ГОСТ EN 50065-1–013. Межгосударственный стандарт. Совместимость технических средств электромагнитная. Сигнализация в низковольтных электрических установках в полосе частот от 3 до 148,5 кГц. Часть 1. Общие требования, полосы частот и электромагнитные помехи;

ГОСТ EN 50065-2-3–2014. Межгосударственный стандарт. Передача сигналов в низковольтных электрических установках в полосе частот от 3 до 148,5 кГц. Часть 2.3. Требования помехоустойчивости оборудования и систем передачи сигналов по электрическим сетям в полосе частот 3–95 кГц, предназначенных для применения поставщиками и распределителями электрической энергии;

ГОСТ EN 50561-1–2022. Межгосударственный стандарт. Аппаратура передачи информации по электрическим сетям, используемая в низковольтных установках. Характеристики радиопомех. Пределы и методы измерений. Часть 1. Аппаратура для бытового использования;

ГОСТ Р 54485–2011. Национальный стандарт. Совместимость технических средств электромагнитная. Сигнализация в низковольтных электрических установках в полосе частот от 3 до 148,5 кГц. Часть 2.1. Оборудование и системы связи по электрическим сетям в полосе частот от 95 до 148,5 кГц, предназначенные для применения в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Требования устойчивости к электромагнитным помехам и методы испытаний;

ГОСТ EN 50065-2-2–2014. Межгосударственный стандарт. Передача сигналов в низковольтных электрических установках в полосе частот от 3 до 148,5 кГц. Часть 2.2. Требования помехоустойчивости оборудования и систем передачи сигналов по электрическим сетям в полосе частот 95–148,5 кГц, предназначенных для применения в промышленных зонах;

ГОСТ EN 50065-4-7–2018. Межгосударственный стандарт. Передача сигналов по низковольтным электрическим сетям в диапазонах частот от 3 до 148,5 кГц и от 1,6 до 30 МГц. Часть 4.7. Переносные низковольтные развязывающие фильтры. Требования безопасности;

ГОСТ EN 50065-4-2–2018. Межгосударственный стандарт. Передача сигналов по низковольтным электрическим сетям в диапазонах частот от 3 до 148,5 кГц и от 1,6 до 30 МГц. Часть 4.2. Низковольтные развязывающие фильтры. Требования безопасности.